

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-174685
(P2000-174685A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 4 B 7/155

識別記号

F I
H 0 4 B 7/155

テマコード (参考)
5 K 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-349740

(22) 出願日 平成10年12月9日 (1998.12.9)

(71) 出願人 000166247

古野電気株式会社
兵庫県西宮市芦原町9番52号

(72) 発明者 武地 美明

兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内

(72) 発明者 池田 平輔

兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内

(74) 代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

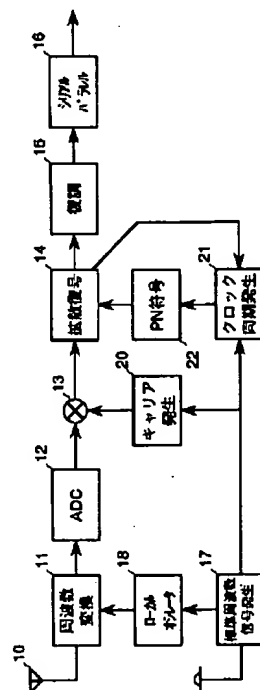
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置および通信方法

(57) 【要約】

【課題】送信機・受信機間で同期クロックの捕捉・追尾を容易にでき、且つ、無線通信の場合にはその周波数同調も容易にできる通信装置および通信方法を提供する。

【解決手段】送信機・受信機ともにGPS受信機（標準周波数信号発生装置17）を備え、GPS受信機が受信するGPS信号に含まれるC/Aコードに基づいてキャリア信号22およびクロック信号21を生成する。C/Aコードの1周期は極めて正確な1msであるため、これを基準の信号としてキャリア信号、クロック信号を発生することにより、送信側と受信側の周波数ずれが無くなりデータ送受信時の波形歪みがなくなる。また、データ送受信のクロックも完璧に一致するため、同期の追尾が殆ど不要になる。また、GPS信号は時刻情報も付されているため、スペクトラム拡散通信における拡散コードをこの時刻情報に同期させて発生することにより、送信機・受信機間で容易に同期をとることができる。



Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項1】 測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生するキャリア信号発生手段と、送信すべき信号を前記キャリア信号に重畳して送信する送信手段と、

を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項2】 測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生するキャリア信号発生手段と、目的信号を含む周波数帯の信号を受信する受信手段と、前記キャリア信号を用いて、前記受信手段が受信した信号のなかから、前記目的信号を選別する選別手段と、を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項3】 測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生するクロック信号発生手段と、送信すべきデータを前記クロック信号に同期させて送信する送信手段と、

を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項4】 測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生するクロック信号発生手段と、目的のデータを含む信号を受信する受信手段と、前記クロック信号を用いて、前記受信した信号からデータを復調する復調手段と、を備えたことを特徴とする通信装置。

【請求項5】 別々に設置された送信装置、受信装置の両方で、測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生し、

送信装置は、送信すべき信号を前記キャリア信号に重畳して目的信号として送信し、

受信装置は、前記目的信号を含む信号群を受信し、前記キャリア信号を用いて前記信号群のなかから目的信号を選別することを特徴とする通信方法。

【請求項6】 別々に設置された送信装置、受信装置の両方で、測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生し、

送信装置は、該クロック信号に同期させてデータを送信し、

受信装置は、前記データを含む信号を受信し、前記クロック信号を用いてデータを復調することを特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、GPS信号などの正確なクロックを含む信号を送信側・受信側双方で受信し、これを用いて周波数同調・クロック同期をとりながら情報を送受信する通信装置および通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高速データ通信において、精度よくデータを送受信するためには、データ伝送のクロックを送信側と受信側で正確に同期させる必要がある。クロック信

号を専用の伝送線路を用いて送信することは不経済であるため、データ中にクロック信号成分を含ませて送信するマンチェスタ方式などの方式が一般的に用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】送信されてくるデータからクロックを抽出して同期をとる場合、PLL回路などで同期信号を捕捉・追尾するようにしているが、クロック同期のために初期時間が必要であるため、交信開始後即座にデータの送受を開始できないという問題点があった。

【0004】また、有線通信では伝送歪みやノイズなどにより、また、無線通信では障害物による瞬時中断や大気ノイズなどにより、クロック信号が歪んだり途切れたりする場合がある。このような原因によりクロック信号が再生できない場合、受信機は同期を追尾できないためクロックを自走させてデータ受信を継続するが、送信機、受信機のクロックが安定していない場合には直ぐに同期がずれてしまいデータの復元ができなくなってしまうという問題点があった。

【0005】このため従来は、有線通信では、通信装置間の距離を短くして伝送ひずみのマージンを抑える必要があり、長距離の通信を行うためには中間にリピータや中継装置などを挿入するなどの対応をしなければならないなどの問題点があった。また、無線通信では、大気ノイズなどにより長距離通信が困難になるという問題点があった。

【0006】また、無線でデータ伝送を行う場合には、送信機が送信する信号の搬送波周波数と受信機が受信する周波数を正確に一致させておかなければ高速で伝送されるデータを正確に復元することができない。一般的な通信機は周波数精度が10ppm程度であるが、高速データ伝送の分野においては送信装置の送信周波数と受信装置の受信周波数が10ppmずれるとデータの復元が殆ど不可能になる。たとえば、430MHzの周波数帯でデータ通信をしようとする場合には、送信側も受信側も周波数ズレを±1kHz程度に追い込んでおかなければ精度のよい通信ができないという問題点があった。

【0007】この発明は、送信機・受信機間で同期クロックの捕捉・追尾を容易にでき、且つ、無線通信の場合にはその周波数同調も容易にできる通信装置および通信方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この出願の請求項1の発明は、測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生するキャリア信号発生手段と、送信すべき信号を前記キャリア信号に重畳して送信する送信手段と、を備えたことを特徴とする。

【0009】この出願の請求項2の発明は、測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生するキ

キャリア信号発生手段と、目的信号を含む周波数帯の信号を受信する受信手段と、前記キャリア信号を用いて前記受信手段が受信した信号のなかから、前記目的信号を選別する選別手段と、を備えたことを特徴とする。

【0010】この出願の請求項3の発明は、測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生するクロック信号発生手段と、送信すべきデータを前記クロック信号に同期させて送信する送信手段と、を備えたことを特徴とする。

【0011】この出願の請求項4の発明は、測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生するクロック信号発生手段と、目的のデータを含む信号を受信する受信手段と、前記クロック信号を用いて前記受信した信号からデータを復調する復調手段と、を備えたことを特徴とする。

【0012】この出願の請求項5の発明は、別々に設置された送信装置、受信装置の両方で測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生し、送信装置は送信すべき信号を前記キャリア信号に重畳して目的信号として送信し、受信装置は前記目的信号を含む信号群を受信し、前記キャリア信号を用いて前記信号群のなかから目的信号を選別することを特徴とする。

【0013】この出願の請求項6の発明は、別々に設置された送信装置、受信装置の両方で、測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生し、送信装置は該クロック信号に同期させてデータを送信し、受信装置は、前記データを含む信号を受信し、前記クロック信号を用いてデータを復調することを特徴とする。

【0014】上記発明において、測位用衛星としては、現在GPS (Global Positioning System) 用の衛星が実用化されている。このGPS衛星はルビジウム時計やセシウム時計などの極めて正確な時計を搭載しており、送信する信号に含まれるクロック信号は極めて正確である。GPS衛星は、1.023Mbps×1023チップのC/Aコードを含む信号を1.575.42MHzの周波数で送信している。GPS衛星は6種類の軌道に3基ずつ稼働しており、地球上のどこにいても常時4個以上の衛星から信号を受信することができる。上記C/Aコードの周期は極めて正確な1msであり、これを地上で受信するGPS受信機もこれに同期したクロック信号を発生しているため、このクロック信号も十分に精度の高い1msのクロック信号であり、その誤差は10⁻⁷を越えることがない。また、GPS受信機はこれに基づいて1秒毎のパルスPPSを出力する機能も有しており、また、10MHzの標準周波数信号を出力する機能を備えたものも提案されている。上記発明ではこれらどの信号を用いてキャリア信号、クロック信号を発生してもよい。なお、このGPS衛星と同程度の精度を有する信号を出力する測位用衛星であればGPS衛星以外のものであってもこの発明に適

用することができる。

【0015】請求項1および請求項5の発明では、上記測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生し、このキャリア信号に送信すべき信号を重畳して送信する。さらに、請求項2および請求項5の発明では、上記測位用衛星から受信した信号に基づいてキャリア信号を発生し、このキャリア信号を用いて目的の(送信装置から送信されてきた)信号を選別する。送信すべき信号(目的の信号)はアナログ信号、デジタルデータのいずれでもよく、通信方式は無線通信、有線通信のいずれでもよい。また、受信装置は、前記キャリア信号を同期検波用のローカルキャリア信号として用いてもよく、ダウンコンバートしてフィルタリングするためのビート信号として用いてもよい。すなわち、請求項5の発明において、送信装置が発生するキャリア信号と受信装置が発生するキャリア信号とは必ずしも同一周波数である必要はなく、同一の信号を送受信するために用いられるものであればどのような関係の信号であってもよい。

【0016】いずれにしても、送信装置のキャリア周波数も受信装置のキャリア信号の周波数とともに正確な周波数で安定したものを得ることができるため、高速通信とりわけ高速データ伝送において周波数ずれによる波形の歪みがなく高精度の通信が可能になる。

【0017】また、請求項3および請求項6の発明では、上記測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生し、このクロック信号に同期させてデータを送信する。さらに、請求項4および請求項6の発明では、上記測位用衛星から受信した信号に基づいてクロック信号を発生し、このクロック信号を用いて目的の(送信装置から送信されてきた)データを復調する。通信方式は無線通信、有線通信のいずれでもよい。上記測位用衛星から受信した信号に基づいて発生したクロック信号はビットの同期に用いられるほか、一定長のコードの同期に用いてもよい。

【0018】このように、送信装置、受信装置ともに正確な周波数のクロック信号に基づいてデータを送受信することにより、一旦同期が確立されたのちは殆ど追従しなくても同期を維持することができ、受信条件が悪く同期信号を分離することができない場合であっても同期が外れてデータ受信ができなくなることがなくなる。また、送信装置、受信装置のクロック周波数が予め完全に一致しているため、クロック周波数を一致させる動作が不要になり、伝送距離に応じた遅延に合わせた同期をとるのみで同期が確立されるため初期時間が極めて短くてすむ。

【0019】また、このように安定した同期を得ることができるため、マンチェスタ方式のようにビット毎に信号を反転させてクロック成分を含める必要がなくなり、たとえばベースバンド信号のままでも通信することもできる。レベル反転の回数が少ない信号のほうが帯域幅を狭

くすることができるうえ、通信距離が伸びマルチパスにも強くなるという利点がある。

【0020】

【発明の実施の形態】図1、図2はこの発明の実施形態であるスペクトラム拡散(SS)通信装置のブロック図である。図1は受信装置の構成を示しており、図2は送信装置の構成を示している。

【0021】先ず、図2において、送信すべきデータは変調器30において狭帯域変調が施されたのち拡散器31に入力される。変調器30に入力されるキャリア信号はキャリア信号発生器38が発生するが、このキャリア信号は標準周波数信号発生装置34が発生する10MHzの標準周波数信号に基づいて発生されており、 10^{-7} 以上の精度を有するものである。拡散器31は、このデータに対してPN符号を乗算してスペクトラムを拡散する。このPN符号はPN符号発生器36が発生して拡散器31に入力するものである。PN符号は、たとえば7段のM系列(127チップ)や11チップのバーカー系列などを用いればよく、チップレートは、たとえば11Mcpsとすればよい。PN符号発生器36は、内部でこのチップレートに対応するクロック信号を発生する。このクロック信号は標準周波数信号発生装置34が発生する10MHzの標準周波数信号に基づいて発生されており、 10^{-7} 以上の精度を有するものである。

【0022】標準周波数信号発生装置34は図3に示すような構成をしており(詳細は後述する)、常時GPS衛星からの信号を受信して、その信号に基づいて極めて高精度に校正された10MHzの標準周波数信号を発生する。その精度は 10^{-10} 以下である。

【0023】前記拡散器31で拡散された信号は周波数変換器32に入力される。周波数変換器31は、このスペクトラム拡散された信号のキャリア周波数を2.484GHzにアップコンバートする。このアップコンバートのためのビート信号はローカルオシレータ37によって発生される。このローカルオシレータ37には前記標準周波数信号発生装置34が発生する標準周波数信号が入力され、発生するビート信号の周波数が正確に維持される。

【0024】図1はスペクトラム拡散(SS)通信装置の受信部の概略構成を示す図である。アンテナ10は、前記2.484GHzの送信波(目的信号)を含む準マイクロ波を受信する。この準マイクロ波帯の信号は周波数変換器11に入力される。周波数変換器11は、この信号をVHF帯までダウンコンバートする。これにより、前記2.484GHzのキャリア周波数は、ベースバンドに近い数十MHzの周波数までダウンコンバートされる。この周波数変換のためのビート信号はローカルオシレータ18が発生する。このローカルオシレータ18は、標準周波数信号発生装置17が出力する10MHzの標準周波数信号を入力しており、この周波数と同期

させてビート信号を発生することにより、安定信号ビート信号を発生している。標準周波数信号発生装置17は、図2の標準周波数信号発生装置34と同様のものであり、図3に示す構成をしている。

【0025】周波数変換された信号(BPFによって不要なビート成分が除去されているものとする)は、ADC12によってデジタル信号に変換される。そして乗算器13においてキャリア信号が乗算され、このデジタル信号からキャリア成分が除去される。キャリア信号を発生するキャリア信号発生器20も前記標準周波数信号発生装置17から入力される標準周波数信号に基づいて正確な周波数校正が行われている。このキャリア信号の周波数は前記周波数変換器11でダウンコンバートされたのちの周波数である。このように、周波数変換のビート信号およびキャリア信号が極めて正確な周波数で発生されているため、受信したSS通信の目的信号を容易にノイズや干渉波から選別することができる。

【0026】次に、前記キャリア成分が除去された信号は拡散復号器14に入力される。拡散復号器にはPN符号発生器22が発生するPN符号が入力される。ここでPN符号は前記送信装置のPN符号発生器36と同じPN符号を発生する回路である。

【0027】PN符号発生器22は、クロック信号同期・発生器21が発生するクロック信号に基づいてPN符号を発生する。クロック信号同期・発生器21は、前記標準周波数信号発生装置17から入力される標準周波数信号に基づいてクロック周波数を校正し、前記拡散復号器14から入力される同期パルス(相関パルス)に基づいてコード発生タイミング同期をとる。前記拡散復号器14は、マッチドフィルタなどの同期検出回路が内蔵されており、この相関パルスがクロック信号同期・発生器21にフィードバックされて、PNコード発生クロックのタイミング同期がとられる。なお、送信装置・受信装置の標準周波数信号が極めて高く一致したものであるため、この受信装置においては、PNコード発生クロックの周波数同期をとっていない。また、送信装置・受信装置のクロック周波数が極めて高く一致しているため、一旦同期を捕捉すれば殆ど追尾することなく同期状態を維持することができる。

【0028】拡散復号器14によって逆拡散された信号は、狭帯域の変調信号(たとえばPSK信号)に復元される。この信号は、復調器15でベースバンドのデジタルデータに復調され、シリアルパラレル変換器16でパラレルデータに変換されたのちデータ処理装置に出力される。

【0029】図3、図4は前記標準周波数信号を出力する標準周波数信号発生装置のブロック図である。図3はその全体構造を示している。同図において100で示す部分はGPS受信機であり、GPSアンテナ41、RFアンプ42、第1ミキサ43、第1IFアンプ44、

第2ミキサー45、第2IFアンプ46、A/Dコンバータ52、デジタル信号処理回路53、VCO（電圧制御可変周波数発振器）47、分周器48、49を有している。第1ミキサー43はVCO47の発生する第1ローカル信号とRFアンプ42の出力信号とを混合し、第1IF信号に変換する。第2ミキサー45は分周器48により分周された第2ローカル信号と第1IFアンプ44の出力信号とを混合して第2IF信号に変換する。分周器49は分周器48の出力信号をさらに分周してA/Dコンバータ52に対するサンプリングクロック信号およびデジタル信号処理回路53に対するシステムクロック信号として与える。VCO47は、この例では1.485MHzのクロック信号を発生し、システムクロックは11.605MHzとなる。分周器55は分周器49の出力信号を更に分周して1kHzの信号を発生する。VCXO61は、この例では10MHzの基準周波数信号を発生する。分周器62はこれを分周して1kHz信号を発生して位相比較器50へ与える。位相比較器50はこの基準周波数信号と分周器55の出力信号との位相比較を行い、その位相差が減少する方向にVCO47に対し制御信号を与える。これにより、VCXO61の周波数精度で位相同期するPLL回路を構成している。デジタル信号処理回路53ではA/Dコンバータ52により変換されたデジタルデータ列に対し演算処理によってI成分とQ成分についてC/Aコードとの相関をとり、I相関値とQ相関値を求める。また、±0.5チップずれたC/Aコードとの相関をとり、その差をE-L相関値として求める。プロセッサ54はCPU、ROM、RAM等からなり、I相関値とQ相関値から受信信号のキャリア位相を検出し、E-L相関値から受信信号に含まれているC/Aコードの位相を検出し、キャリア位相とC/Aコード位相の追尾を行う。またプロセッサ54は後述するように、観測によるドップラシフト周波数と推測によるドップラシフト周波数との差を打ち消すために、周波数差が減少する方向にVCXO61に対する制御用のデータをD/Aコンバータ63へ出力する。1PPS信号発生回路56はプロセッサ54から与えられる遅延クロック数だけ遅延してシステムクロックに同期した1PPS信号を出力する。したがってプロセッサ54を介するPLL回路がロックした状態では、測位衛星より送信される送信信号のキャリア信号とVCXO61の発振信号およびVCO47の発振信号とはそれぞれ同期した関係となり、測位衛星より送信される送信信号のキャリア信号に同期した10MHzの基準周波数信号が得られる。

【0030】図4は図3におけるデジタル信号処理回路53およびプロセッサ54部分の構成を示すブロック図である。図4においてCPU81はROM82に予め書き込まれたプログラムを実行する。RAM83はそのプログラムの実行に際してワーキングエリアとして用い

られる。通信インタフェース84は外部装置に対して各種データを出力する。キャリアNCO71は乗算器72に対してキャリア信号（データ）を与え、乗算器72はA/Dコンバータ52（図3参照）からのデータに対してキャリア信号のデータを乗算することによってキャリア成分を除去する。C/Aコード発生回路73はシステムクロックに同期してCPU81から与えられたC/Aコードを、指定された位相で発生する。相関器74はI相関器、Q相関器およびE-L相関器からなる。I相関器とQ相関器は、受信信号のキャリア周波数におけるI成分とQ成分について、キャリアNCO71の発生したキャリア信号データとの相関を求める。また、E-L相関器は後述するように、正規のC/Aコード位相から±0.5チップずれたC/Aコードと受信信号のC/Aコードとの相関値の差を求める。CPU81は相関器74の求めたI相関値とQ相関値とに基づいて受信信号のキャリア位相を検出し、キャリア位相が0になるように、すなわち受信信号のキャリア位相とキャリアNCO71の発生するキャリア信号データの位相とが一致するように、キャリアNCO71に対するキャリア周波数およびキャリア位相の制御データを求め、キャリアNCO71へ与える。またCPU81はE-L相関値に基づいてC/Aコード位相を検出し、C/Aコード位相が0になるように、すなわち受信信号のC/Aコード位相とC/Aコード発生回路73の発生するC/Aコードの位相とが一致するように、C/Aコード発生回路73に対するC/Aコード位相制御データを求め、これをC/Aコード発生回路へ与える。さらにCPU81は受信信号から航法メッセージデータを抽出し、時刻情報と複数の衛星の軌道情報およびC/Aコード位相から測位演算を行う。また後述するように、受信信号の観測によるドップラシフト周波数と、推測によるドップラシフト周波数との差を打ち消す方向に、CPU81はI/Oポート85を介してD/Aコンバータ63（図3参照）に対して制御データを出力する。これにより、図3に示したプロセッサ54およびVCXO61を含むPLL回路の位相同期をとる。

【0031】このように、この標準周波数発生装置では推測によるキャリア周波数またはドップラ周波数と、観測によるキャリア周波数またはドップラ周波数との差を減少させる方向にVCO47およびVCXO61の発振周波数を制御する。これにより、VCXO61の発振周波数がロックしている状態では、測位衛星からの送信信号のキャリア信号とシステムクロックとが完全に同期した関係となり、このシステム系の信号を標準周波数信号として用いることが可能となる。

【0032】上記図3、図4に示した標準周波数信号発生装置は、GPS受信機のシステムクロックを誤差補正してさらに周波数精度を高くしたものであるが、GPS受信機のみを設け、そのシステムクロックを基準として

キャリア信号、クロック信号を発生しても十分精度の高い通信が可能である。

【0033】なお、上記送信装置および受信装置の標準周波数信号発生装置17、34が異なるGPS衛星から信号を受信している場合であっても、上空を周回する24個のGPS衛星の信号は全て同じ精度で正確なものであるため、送信側と受信側で周波数のずれを起こすことがなく、同じ精度のキャリア信号、クロック信号を発生することができる。

【0034】また、図3に示すようにGPS受信機は時刻情報を出力する機能も有しているため、スペクトラム拡散通信の場合、PNコードをこの時刻情報に同期して発生するようにすれば、送信装置、受信装置間の距離による遅延を考慮するのみで容易にコード同期をとることができる。これにより、簡易な通信装置であってもコードのビット数を長くすることができ、チャンネル数を増加させることができるとともに、セキュリティに強くなるという利点がある。

【0035】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、送信装置のキャリア周波数および受信装置のキャリア信号の周波数の両方を正確な周波数で安定して一致させることができるため、高速通信とりわけ高速データ伝送において周波数ずれによる波形の歪みがなく高精度の通信が可能になり、従来より一般的な自励式発振器に比べて極めて精度の高い周波数でデータ送信することができ、受信側では、相手信号の周波数ずれを考慮する必要がなくなる。

【0036】また、この発明によれば、送信装置、受信装置ともに正確な周波数のクロック信号に基づいてデータを送受信することができるため、一旦同期が確立され

たのちは殆ど追尾しなくても同期を維持することができ、受信条件が悪く同期信号を分離することができない場合であっても同期が外れてデータ受信ができなくなるということがなくなる。また、送信装置、受信装置のクロック周波数が予め完全に一致しているため、クロック周波数を一致させる動作が不要になり、伝送距離に応じた遅延に合わせた同期をとるのみで同期が確立されるため初期時間が極めて短くてすむ。また、このように安定した同期を得ることができるため、マンチェスタ方式のようにビット毎に信号を反転させてクロック成分を含める必要がなく、たとえばベースバンド信号のまま通信することもできる。レベル反転の回数が少ない信号のほうが帯域幅を狭くすることができるうえ、通信距離が伸びマルチパスにも強くなるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態であるスペクトラム拡散受信装置の概略構成を示すブロック図

【図2】この発明の実施形態であるスペクトラム拡散送信装置の概略構成を示すブロック図

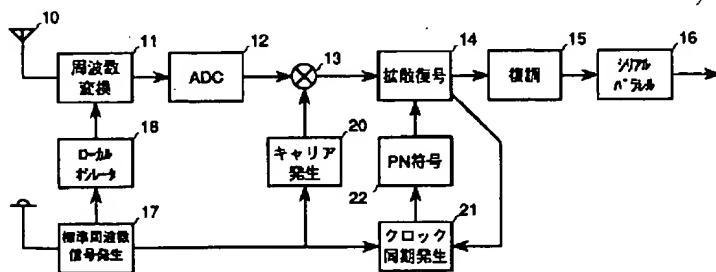
【図3】上記スペクトラム拡散受信装置、送信装置に用いられる標準信号発生装置のブロック図

【図4】同標準信号発生装置のデジタル信号処理装置のブロック図

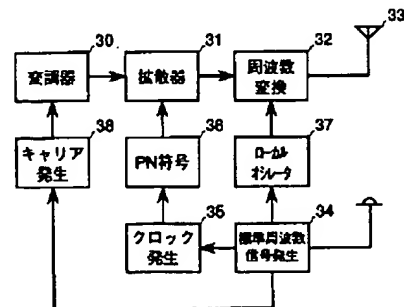
【符号の説明】

11…周波数変換器、14…拡散復号器、17…標準周波数信号発生装置、18…ローカルオシレータ、20…キャリア信号発生器、21…クロック信号同期・発生器、22…PN符号発生器、31…拡散器、32…周波数変換器、34…標準周波数信号発生装置、35…クロック信号発生器、36…PN符号発生器、38…キャリア信号発生器

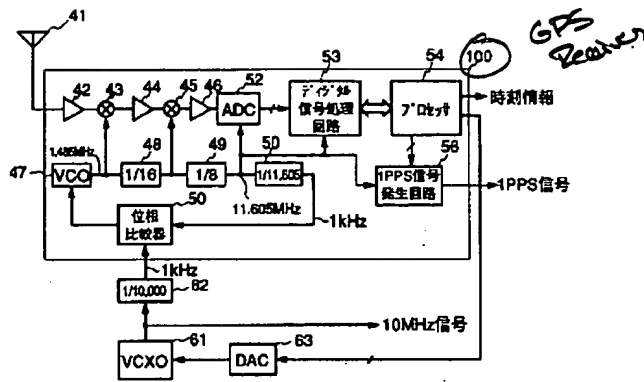
【図1】



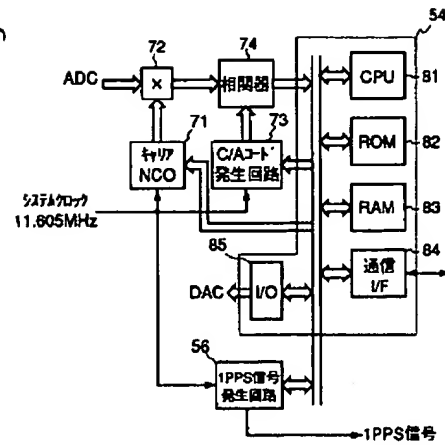
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 兵頭 歩

兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株
式会社内

(72)発明者 池見 智治

兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株
式会社内

Fターム(参考) 5K072 AA28 BB18 BB22 CC20 DD04
DD11 EE08 EE27 FF06 GG12
GG13 GG24 GG39 GG40

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-174685

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

H04B 7/155

(21)Application number : 10-349740

(71)Applicant : FURUNO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 09.12.1998

(72)Inventor : TAKECHI YOSHIAKI

IKEDA HEISUKE

HYODO AYUMI

IKEMI TOMOHARU

(54) COMMUNICATION EQUIPMENT AND COMMUNICATION METHOD

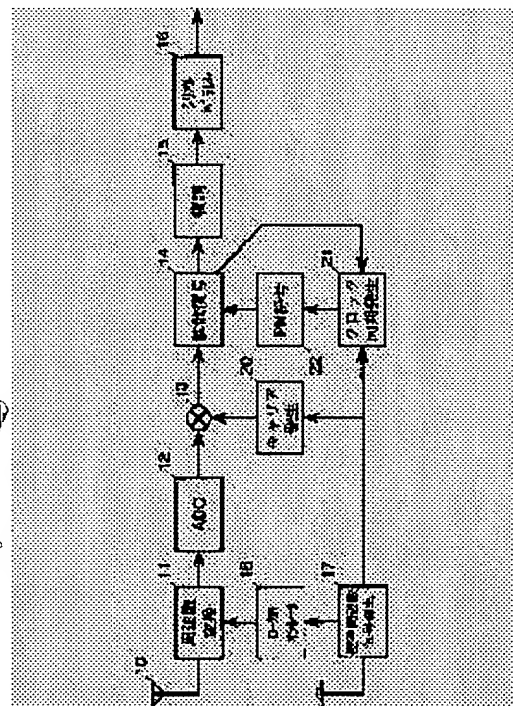
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide communication equipment and a communication method capable of easily acquiring/tracking a synchronization clock between a transmitter and a receiver and easily performing the frequency tuning in the case of radio communication.

SOLUTION: This communication equipment is provided with a GPS(global positioning system) receiver (standard frequency signal generator 17) in both transmitter and receiver and generates carrier signals 22 and clock signals 21 based on a C/A code included in GPS signals received by the GPS receiver. Since one cycle of the C/A code is extremely accurate 1 ms, by generating the carrier signals and the clock signals with it as a

reference signal, the frequency deviation of a transmission side from a reception side is eliminated and waveform distortion at the time of data transmission/reception is eliminated.

Also, since the clocks of the data transmission/reception perfectly match, the need of tracking synchronization is almost eliminated. Also, since the GPS signals include time information as well, by generating a spread code in spread spectrum communication in synchronism with the time information, the synchronization is easily obtained between the transmitter and the



receiver.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention receives the signal containing exact clocks, such as a GPS signal, by both a transmitting side and a receiving side, and it relates to the communication device and correspondence procedure which transmit and receive information, taking frequency alignment and clock synchronization using this.

[0002]

[Description of the Prior Art] In high-speed data transmission, in order to transmit and receive data with a sufficient precision, it is necessary to synchronize the clock of data transmission correctly by the transmitting side and the receiving side. Since it is uneconomical to transmit using the transmission line of dedication of a clock signal, generally methods, such as the Manchester method which is made to contain a clock signal component and is transmitted into data, are used.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When a clock is extracted from the data transmitted and a synchronization is taken, he is trying to catch and follow a synchronizing signal in a PLL circuit etc., but for clock synchronization, since initial time amount was required, there was a trouble that transmission and reception of data could not be immediately started after communication initiation.

[0004] Moreover, by transmission distortion, a noise, etc., by radio, a clock signal may be distorted by instant interruption, an atmospheric-air noise, etc. by the obstruction, or it may break off at a wire communication again. When a clock signal was unreproducible with such a cause, since a receiver was not able to follow a synchronization, the clock was made to run by himself, data reception was continued, but when the clock of a transmitter and a receiver was not stable, the synchronization shifted immediately and there was a trouble of the reconstitution of data becoming impossible.

[0005] For this reason, conventionally, by the wire communication, distance between communication devices needed to be shortened, the margin of a transmission strain needed to be stopped, and in order to perform a long-distance communication link, there was a trouble of having to carry out correspondence of inserting a repeater, repeating installation, etc. in the middle. Moreover, in radio, there was a trouble that a long-distance communication link became difficult by an atmospheric-air noise etc.

[0006] Moreover, when performing data transmission on radio, if the carrier frequency of the signal which a transmitter transmits, and the frequency which a receiver receives are not made correctly in agreement, the data transmitted at high speed cannot be restored correctly. Although frequency precision is about 10 ppm, if, as for a common transmitter, the transmit frequencies of a sending set and 10 ppm of received frequency of a receiving set shift in the field of high-speed-data transmission, the reconstitution of data will become almost impossible. For example, when it was going to carry out data communication with a 430MHz frequency band, if neither a transmitting side nor a receiving side drove frequency gap into about **1kHz, there was a trouble that an accurate communication link could not be performed.

[0007] This invention aims at offering the communication device and correspondence procedure which

can make easy prehension and tailing of a synchronous clock between a transmitter and a receiver, and can also make that frequency alignment easy in the case of radio!

[0008] TX

[Means for Solving the Problem] Invention of claim 1 of this application is characterized by having a carrier signal generation means to generate a carrier signal based on the signal received from the satellite for positioning, and a transmitting means to superimpose the signal which should be transmitted on said carrier signal, and to transmit.

[0009] Invention of claim 2 of this application is characterized by to have a carrier signal generation means to generate a carrier signal based on the signal received from the satellite for positioning, a receiving means to receive the signal of a frequency band including the purpose signal, and a sorting means sort out said purpose signal from the signals which said receiving means received using said carrier signal.

[0010] Invention of claim 3 of this application is characterized by having a clock signal generating means to generate a clock signal based on the signal received from the satellite for positioning, and a transmitting means to synchronize with said clock signal the data which should be transmitted, and to transmit.

[0011] Invention of claim 4 of this application is characterized by having a clock signal generating means to generate a clock signal based on the signal received from the satellite for positioning, a receiving means to receive the signal containing the target data, and a recovery means to recover data from said received signal using said clock signal.

[0012] Invention of claim 5 of this application generates a carrier signal based on the signal received from the satellite for positioning with both the sending set installed separately and the receiving set, a sending set superimposes the signal which should be transmitted on said carrier signal, and transmits it as a purpose signal, a receiving set receives a signal group including said purpose signal, and it is characterized by to sort out a purpose signal from said signal groups using said carrier signal.

[0013] Invention of claim 6 of this application is both the sending set installed separately and a receiving set, and a clock signal is generated based on the signal received from the satellite for positioning, a sending set is synchronized with this clock signal, data are transmitted, a receiving set receives the signal containing said data, and it is characterized by restoring to data using said clock signal.

[0014] In the above-mentioned invention, the satellite for current [GPS] (Gloval Positioning System) is put in practical use as a satellite for positioning. The clock signal included in the signal which this GPS Satellite carries very exact clocks, such as a rubidium clock and a cesium clock, and is transmitted is very exact. The GPS Satellite has transmitted the signal containing the C/A code of 1.023Mbpsx1023 chip on the frequency of 1.575.42MHz. The GPS Satellite is working three sets at a time into six kinds of orbits, and wherever it may be in [on the earth], a signal is always receivable from four or more satellites. The period of the above-mentioned C/A code is 1 very exactms, since the clock signal with which the GPS receiver which receives this on the ground also synchronized with this is generated, this clock signal is also a clock signal for 1ms with a fully high precision, and that error does not exceed 10-7. Moreover, the thing equipped with the function which the GPS receiver also has the function which outputs the pulse PPS in every second based on this, and outputs a 10MHz standard frequency signal is also proposed. In the above-mentioned invention, a carrier signal and a clock signal may be generated using the signal of ***** In addition, if it is the satellite for positioning which outputs the signal which has a precision comparable as this GPS Satellite, even if it is things other than a GPS Satellite, it is applicable to this invention.

[0015] In invention of claim 1 and claim 5, a carrier signal is generated based on the signal received from the above-mentioned satellite for positioning, and the signal which should be transmitted to this carrier signal is superimposed, and it transmits. Furthermore, in invention of claim 2 and claim 5, a carrier signal is generated based on the signal received from the above-mentioned satellite for positioning, and the target signal (transmitted from the sending set) is sorted out using this carrier signal. Any of an analog signal and digital data are sufficient as the signal (the target signal) which should be transmitted, and any of radio and a wire communication sufficient as a communication mode. Moreover,

said carrier signal may be used for a receiving set as a local carrier signal for synchronous detections, and may be used for it as a beat signal for carrying out a down convert and filtering. That is, in invention of claim 5, the carrier signal which a sending set generates, and the carrier signal which a receiving set generates do not necessarily need to be the same frequency, and as long as it is used in order to transmit and receive the same signal, it may be a signal of what kind of relation.

[0016] Anyway, since what was stabilized by the carrier frequency of a sending set on the frequency also with both the exact frequencies of the carrier signal of a receiving set can be obtained, in high-speed communication link division high-speed-data transmission, there is no wave-like distortion by the frequency drift, and a highly precise communication link is attained.

[0017] Moreover, in invention of claim 3 and claim 6, based on the signal received from the above-mentioned satellite for positioning, generate a clock signal, it is made to synchronize with this clock signal, and data are transmitted. Furthermore, in invention of claim 4 and claim 6, a clock signal is generated based on the signal received from the above-mentioned satellite for positioning, and it restores to the target data (transmitted from the sending set) using this clock signal. Any of radio and a wire communication are sufficient as a communication mode. The clock signal generated based on the received signal from the above-mentioned satellite for positioning is used for the synchronization of a bit, and also it may be used for the synchronization of the code of fixed length.

[0018] Thus, when a sending set and a receiving set transmit and receive data based on the clock signal of an exact frequency, once a synchronization is established, even if it hardly follows, a synchronization is maintainable, and even if it is the case where receiving conditions cannot separate a synchronizing signal bad, it is lost that a synchronization separates and data reception becomes impossible. Moreover, the actuation which makes a clock frequency in agreement since the clock frequency of a sending set and a receiving set is completely in agreement beforehand becomes unnecessary, and since a synchronization is established only by taking the synchronization doubled with the delay according to a transmission distance, initial time amount is very short and ends.

[0019] Moreover, since the synchronization stabilized in this way can be obtained, it becomes unnecessary to be able to reverse a signal for every bit like the Manchester method, and to include a clock component, and can also communicate with baseband signaling. In the way of a signal with few counts of level reversal being able to narrow bandwidth, there is an advantage that a communication range becomes strong also to an elongation multi-pass.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 and drawing 2 are the block diagrams of the spectrum diffusion (SS) communication device which is the operation gestalt of this invention. Drawing 1 shows the configuration of a receiving set and drawing 2 shows the configuration of a sending set.

[0021] First, in drawing 2, the data which should be transmitted are inputted into a diffuser 31, after a narrow-band modulation is ~~is~~ (ed) in a modulator 30. Although the carrier signal generator 38 generates the carrier signal inputted into a modulator 30, it is generated based on the standard frequency signal which is 10MHz which the standard-frequency-signal generator 34 generates, and this carrier signal has ten to seven or more precision. A diffuser 31 carries out the multiplication of the PN code to this data, and diffuses spectrum. The PN code generator 36 is generated and this PN code is inputted into a diffuser 31. What is necessary is just to set a chip rate for example, to 11Mcps(es) that seven steps of M sequences (127 chips), the barker sequence of 11 chips, etc. should just be used for a PN code. The PN code generator 36 generates the clock signal corresponding to this chip rate inside. It is generated based on the standard frequency signal which is 10MHz which the standard-frequency-signal generator 34 generates, and this clock signal has ten to seven or more precision.

[0022] The standard-frequency-signal generator 34 is carrying out the configuration as shown in drawing 3 (it mentions later for details), always receives the signal from a GPS Satellite, and generates the 10MHz standard frequency signal proofread very with high precision based on the signal. The precision is 10⁻¹⁰. It is the following.

[0023] The signal diffused with said diffuser 31 is inputted into a frequency converter 32. A frequency converter 31 carries out the rise convert of the carrier frequency of this signal by which spectrum

diffusion was carried out at 2.484GHz. The beat signal for this rise convert is generated by the local oscillator 37. The standard frequency signal which said standard-frequency-signal generator 34 generates is inputted into this local oscillator 37, and the frequency of the beat signal to generate is maintained correctly.

[0024] Drawing 1 is drawing showing the outline configuration of the receive section of a spectrum diffusion (SS) communication device. An antenna 10 receives the semi- microwave containing said 2.484GHz transmission wave (purpose signal). The signal of this semi- microwave band is inputted into a frequency converter 11. A frequency converter 11 carries out the down convert of this signal even for a VHF band. Thereby, the down convert of said 2.484GHz carrier frequency is carried out to the frequency of dozens of MHz near baseband. A local oscillator 18 generates the beat signal for this frequency conversion. The stable signal beat signal is generated by this local oscillator's 18 having inputted the standard frequency signal which is 10MHz which the standard-frequency-signal generator 17 outputs, making it synchronize with this frequency, and generating a beat signal. The standard-frequency-signal generator 17 is the same as the standard-frequency-signal generator 34 of drawing 2, and is carrying out the configuration shown in drawing 3.

[0025] The signal (the unnecessary beat component shall be removed by BPF) by which frequency conversion was carried out is changed into a digital signal by ADC12. And the multiplication of the carrier signal is carried out in a multiplier 13, and a carrier component is removed from this digital signal. The exact frequency calibration is performed based on the standard frequency signal into which the carrier signal generator 20 which generates a carrier signal is also inputted from said standard-frequency-signal generator 17. The frequency of this carrier signal is a frequency after the down convert was carried out with said frequency converter 11. Thus, since the beat signal and carrier signal of frequency conversion are generated on the very exact frequency, the purpose signal of received SS communication link can be easily sorted out from a noise or an interference wave.

[0026] Next, the signal with which said carrier component was removed is inputted into the diffusion decoder 14. The PN code which the PN code generator 22 generates is inputted into a diffusion decoder. A PN code is a circuit which generates the same PN code as the PN code generator 36 of said sending set here.

[0027] The PN code generator 22 generates a PN code based on the clock signal which a clock signal synchronization and a generator 21 generate. A clock signal synchronization and a generator 21 proofread a clock frequency based on the standard frequency signal inputted from said standard-frequency-signal generator 17, and takes the timing synchronization of code generating based on the synchronization pulse (correlation pulse) inputted from said diffusion decoder 14. Synchronous detectors, such as a matched filter, are built in, this correlation pulse is fed back to a clock signal synchronization and a generator 21, and, as for said diffusion decoder 14, the timing synchronization of a PN code generating clock is taken. In addition, since the standard frequency signal of a sending set and a receiving set is very highly in agreement, in this receiving set, the frequency synchronization of a PN code generating clock has not been taken. Moreover, since the clock frequency of a sending set and a receiving set is very highly in agreement, a synchronous condition can be maintained, without almost following, once it catches a synchronization.

[0028] The signal by which the back diffusion of electrons was carried out with the diffusion decoder 14 is restored to the modulating signal (for example, PSK signal) of a narrow-band. It gets over to the digital data of baseband with a demodulator 15, and after this signal is changed into parallel data by the serial parallel transducer 16, it is outputted to a data processor.

[0029] Drawing 3 and drawing 4 are the block diagrams of the standard-frequency-signal generator which outputs said standard frequency signal. Drawing 3 shows the whole structure. The part shown by 100 in this drawing is a GPS receiver, and has the GPS antenna 41, RF amplifier 42, the 1st mixer 43, 1st IF amplifier 44, the 2nd mixer 45, 2nd IF amplifier 46, A/D converter 52, the digital-signal-processing circuit 53, VCO (armature-voltage control variable frequency oscillator)47, and counting-down circuits 48 and 49. The 1st mixer 43 mixes the 1st local signal which VCO47 generates, and the output signal of RF amplifier 42, and changes them into the 1st IF signal. The 2nd mixer 45 mixes the

2nd local signal by which dividing was carried out with the counting-down circuit 48, and the output signal of 1st IF amplifier 44, and changes them into the 2nd IF signal. A counting-down circuit 49 carries out dividing of the output signal of a counting-down circuit 48 further, and gives it as the sampling clock signal over A/D converter 52, and a system clock signal over the digital-signal-processing circuit 53. VCO47 generates a 1,485MHz clock signal in this example, and a system clock is set to 11.605MHz. A counting-down circuit 55 carries out dividing of the output signal of a counting-down circuit 49 further, and generates a 1kHz signal. VCXO61 generates a 10MHz reference frequency signal in this example. A counting-down circuit 62 carries out dividing of this, generates a 1kHz signal, and gives it to a phase comparator 50. A phase comparator 50 performs the phase comparison of this reference frequency signal and the output signal of a counting-down circuit 55, and gives a control signal in the direction in which that phase contrast decreases to VCO47. This constitutes the PLL circuit which carries out phase simulation from frequency precision of VCXO61. In the digital-signal-processing circuit 53, from the digital data train changed by A/D converter 52, correlation with a C/A code is taken about I component and Q component, and I correlation value and Q correlation value are calculated by data processing. Moreover, correlation with a ± 0.5 chip ± 0.5 C/A code is taken, and the difference is searched for as an E-L correlation value. A processor 54 consists of CPU, a ROM, RAM, etc., detects the carrier phase of an input signal from I correlation value and Q correlation value, detects the phase of the C/A code contained in the input signal from the E-L correlation value, and performs tailing of a carrier phase, and a C / A code phase. Moreover, a processor 54 outputs the data for control to VCXO61 in the direction in which a frequency difference decreases to D/A converter 63, in order to negate the difference of the doppler shift frequency by observation, and the doppler shift frequency by guess so that it may mention later. The 1PPS signal generating circuit 56 outputs 1PPS signal which only the number of delay clocks given from a processor 54 was delayed, and synchronized with the system clock. Therefore, after the PLL circuit through a processor 54 has locked, the carrier signal of the sending signal transmitted from the satellite for positioning, the oscillation signal of VCXO61, and the oscillation signal of VCO47 serve as relation which synchronized, respectively, and the 10MHz reference frequency signal which synchronized with the carrier signal of the sending signal transmitted from a positioning satellite is acquired.

[0030] Drawing 4 is the block diagram showing the configuration of the digital-signal-processing circuit 53 in drawing 3, and processor 54 part. In drawing 4, CPU81 performs the program beforehand written in ROM82. RAM83 is used as working area on the occasion of the program execution. A communication interface 84 outputs various data to an external device. A carrier NCO71 gives a carrier signal (data) to a multiplier 72, and a multiplier 72 removes a carrier component by carrying out the multiplication of the data of a carrier signal to the data from A/D converter 52 (referring to drawing 3). The C/A code generating circuit 73 generates the C/A code given from CPU81 synchronizing with the system clock in the specified phase. Correlator 74 consists of I correlator, Q correlator, and E-L correlator. I correlator and Q correlator search for correlation with the carrier signal data which the carrier NCO71 generated about I component and Q component in a carrier frequency of an input signal. Moreover, E-L correlator searches for the difference of the correlation value of ± 0.5 chip ± 0.5 C / the A code, and the C/A code of an input signal from C / A code phase of normal so that it may mention later. CPU81 asks for the control data of the carrier frequency to a carrier NCO71, and a carrier phase, and gives it to a carrier NCO71 so that the carrier phase of an input signal may be detected based on I correlation value and Q correlation value which correlator 74 calculated and a carrier phase may be set to 0, namely, so that the carrier phase of an input signal and the phase of the carrier signal data which a carrier NCO71 generates may be in agreement. Moreover, CPU81 asks for the C/A code phase control data to the C/A code generating circuit 73, and gives this to a C/A code generating circuit so that a C/A code phase may be detected based on an E-L correlation value and a C/A code phase may be set to 0, namely, so that the C/A code phase of an input signal and the phase of the C/A code which the C/A code generating circuit 73 generates may be in agreement. Furthermore, CPU81 extracts navigation message data from an input signal, and performs a positioning operation from time information, the orbital information on two or more satellites, and a C/A code phase. Moreover, CPU81 outputs control data in

the direction which negates the difference of the doppler shift frequency by observation of an input signal, and the doppler shift frequency by guess to D/A converter 63 (refer to drawing 3) through I/O Port 85 so that it may mention later. The phase simulation of the PLL circuit which contains by this the processor 54 and VCXO61 which were shown in drawing 3 is taken.

[0031] Thus, the oscillation frequency of VCO47 and VCXO61 is controlled by this standard frequency generator in the direction which decreases the difference of the carrier frequency or the Doppler frequency by guess, and the carrier frequency or the Doppler frequency by observation. Thereby, in the condition that the oscillation frequency of VCXO61 locks, the carrier signal and system clock of a sending signal from the satellite for positioning serve as relation which synchronized completely, and become possible [using the signal of this system system as a standard frequency signal].

[0032] Although it carries out error correction of the system clock of a GPS receiver and makes frequency precision high further, even if the standard-frequency-signal generator shown in above-mentioned drawing 3 and drawing 4 prepares only a GPS receiver and generates a carrier signal and a clock signal on the basis of the system clock, the high communication link of sufficient accuracy is possible for it.

[0033] In addition, even if it is the case where the signal is received from the GPS Satellite with which the above-mentioned sending set differs from the standard-frequency-signal generators 17 and 34 of a receiving set, in the same precision, since all of the signal of 24 GPS Satellites which go high up in the sky around are exact, it cannot cause a gap of a frequency by the transmitting side and the receiving side, and can generate the same carrier signal of precision, and a clock signal.

[0034] Moreover, since the GPS receiver also has the function which outputs time information, if it is made to generate a PN code synchronizing with this time information in the case of a spread spectrum system as shown in drawing 3 , a code synchronization can be easily taken only by taking into consideration delay by the distance between a sending set and a receiving set. Even if it is a simple communication device, while being able to lengthen the number of bits of a code and being able to make the number of channels increase by this, there is an advantage of becoming strong to security.

[0035]

[Effect of the Invention] Since it can be stabilized and both the carrier frequency of a sending set and the frequency of the carrier signal of a receiving set can be made in agreement on an exact frequency according to this invention as mentioned above, in high-speed communication link division high-speed-data transmission, there is no wave-like distortion by the frequency drift, and a highly precise communication link is attained, and it becomes unnecessary to be able to carry out data transmission on a frequency with a very high precision compared with a common self-excitation type oscillator, and to take into consideration the frequency drift of a phase flag signal by the receiving side from before.

[0036] Moreover, since a sending set and a receiving set can transmit and receive data based on the clock signal of an exact frequency according to this invention, once a synchronization is established, even if it hardly follows, a synchronization is maintainable, and even if it is the case where receiving conditions cannot separate a synchronizing signal bad, it is lost that a synchronization separates and data reception becomes impossible. Moreover, the actuation which makes a clock frequency in agreement since the clock frequency of a sending set and a receiving set is completely in agreement beforehand becomes unnecessary, and since a synchronization is established only by taking the synchronization doubled with the delay according to a transmission distance, initial time amount is very short and ends. Moreover, since the synchronization stabilized in this way can be obtained, it is not necessary to reverse a signal for every bit like the Manchester method, and to include a clock component for example, and while it has been baseband signaling, it can also communicate. In the way of a signal with few counts of level reversal being able to narrow bandwidth, there is an advantage that a communication range becomes strong also to an elongation multi-pass.

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.